

03-03147-KS (1)

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-341021

(P2002-341021A)

(43) 公開日 平成14年11月27日 (2002.11.27)

(51) Int.Cl.⁷G 0 1 S 13/34
13/93

識別記号

FI

G 0 1 S 13/34
13/93

データベース (参考)

5 J 0 7 0

Z

審査請求 未請求 請求項の数 2 OL (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2002-72942(P2002-72942)

(22) 出願日 平成14年3月15日 (2002.3.15)

(31) 優先権主張番号 特願2001-74610(P2001-74610)

(32) 優先日 平成13年3月15日 (2001.3.15)

(33) 優先権主張国 日本 (JP)

(71) 出願人 000237592

富士通テン株式会社

兵庫県神戸市兵庫区御所通1丁目2番28号

(72) 発明者 川▲崎▼ 智哉

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(72) 発明者 宮越 博規

愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内

(74) 代理人 100077517

弁理士 石田 敬 (外4名)

最終頁に続く

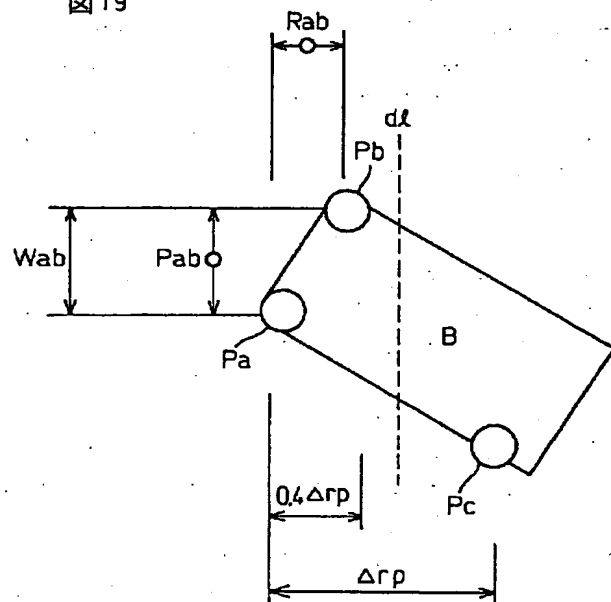
(54) 【発明の名称】 スキャン式FM-CWレーダの信号処理方法

(57) 【要約】

【課題】 大型車両であっても、ターゲットの中心を正確に特定できるようにする。

【解決手段】 スキャン式FM-CWレーダの信号処理方法であって、複数のピークが同一のターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたものと判定された場合、最も近い反射箇所及び該箇所から所定の範囲内の箇所から反射されたレーダ信号によるピークのみを選択し、該選択されたピークのうち両端に現れたピークの中間点をターゲットの横位置の代表値とする。

図19



【特許請求の範囲】

【請求項1】 スキャン式FM-CWレーダの信号処理方法であって、複数のピークが同一のターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたものと判定された場合、最も近い反射箇所及び該箇所から所定の範囲内の箇所から反射されたレーダ信号によるピークのみを選択し、該選択されたピークのうち両端に現れたピークの中間点をターゲットの横位置の代表値とする、スキャン式FM-CWレーダの信号処理方法。

【請求項2】 前記ピークの中間点は、前記選択されたピークのうち両端に現れたピークからターゲットの幅を求め、該ターゲットの幅の中間点から求める、スキャン式FM-CWレーダの信号処理方法。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】 本発明は、スキャン式FM-CWレーダにおいて、例えばトラック等の大型車両がターゲットであった場合に複数の箇所から反射してくる反射信号を処理する方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 車間距離制御においては、自車両の前方にレーダビームを放射し、先行車両等の物体を検出する車載用レーダ装置が用いられている。レーダ装置としてはミリ波等の電波を用いるFM-CWレーダ、あるいはレーザ光を用いるものがある。これらレーダ装置を用いて先行車両までの距離、先行車両との相対速度、先行車両の正確な位置を検出し、車間距離制御を行っている。そして、先行車両の位置を正確に検出するためには、先行車両のほぼ中心の位置を検出することが重要である。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかし、ターゲットである先行車両が、例えばトラック等の大型車両の場合、発射された複数のビームから反射された信号の受信レベルを見ると、ピークが複数現れることがある。このような時どのピークがターゲットの中心を表しているのか特定するのが困難な場合がある。

【0004】 また、同様にターゲットが大型車両の場合、同一のターゲットであるが距離が異なる複数の箇所からビームが反射され、別々のターゲットであると誤認する恐れがある。さらに、大型車両が隣接レーンを走行している場合、車両前方のミラー付近から反射するビームの角度は自車線寄りとなるため、自車レーンの先行車両と誤認することがある。

【0005】 また、ターゲットが大型車両の場合、同一のターゲットであるが距離が異なる複数の箇所からビームが反射されることが多い。このような場合、これら複数の箇所から得られた距離、相対速度、角度を用いて、この車両の代表値、即ち、この車両までの距離、相対速度、車両の幅、横位置等を求める必要がある。

【0006】 さらに、同一のターゲットであるが距離が

異なる複数の箇所からビームが反射された場合、これら異なった箇所までの距離や相対速度を検出するためには、それぞれの箇所からの反射信号の上昇区間と下降区間のピーク周波数のペアリングを行わなければならない。

【0007】 従って、本発明の目的は、大型車両の場合であってもターゲットの中心を正確に特定できるようにすることである。特に、同一のターゲットの複数の箇所からビームが反射された場合、ターゲットまでの距離、相対速度、幅、横位置の代表値を正確に求めることができるようにすることである。

【0008】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するため、複数のピークが同一のターゲットから反射されたレーダ信号に基づいて生成されたものと判定された場合、最も近い反射箇所及び該箇所から所定の範囲内の箇所から反射されたレーダ信号によるピークのみを選択し、該選択されたピークのうち両端に現れたピークの中間点をターゲットの横位置の代表値とする。

【0009】 また、前記ピークの中間点は、前記選択されたピークのうち両端に現れたピークからターゲットの幅を求め、該ターゲットの幅の中間点から求める。

【0010】

【発明の実施の形態】 図1は、本発明方法が用いられるスキャン式レーダを用いた車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。レーダセンサ部はFM-CWレーダであり、レーダアンテナ1、走査機構2、及び信号処理回路3を備えている。車間距離制御ECU7は、ステアリングセンサ4、ヨーレートセンサ5、車速センサ6、及びレーダセンサ部の信号処理回路3からの信号を受け、警報機8、ブレーキ9、スロットル10等を制御する。また、車間距離制御ECU7は、レーダセンサ部の信号処理回路3にも信号を送る。

【0011】 図2は、図1の信号処理回路3の構成を示したものである。信号処理回路3は、走査角制御部11、レーダ信号処理部12、制御対象認識部13を備えている。レーダ信号処理部12はレーダアンテナ1からの反射信号をFFT処理し、パワースペクトルを検出し、ターゲットとの距離及び相対速度を算出し、制御対象認識部13にそのデータを送信する。制御対象認識部13は、レーダ信号処理部12から受信したターゲットとの距離、相対速度、及び車間距離制御ECU7から受信したステアリングセンサ4、ヨーレートセンサ5、車速センサ6等から得られた車両情報に基づいて走査角制御部11に走査角を指示すると共に、制御対象となるターゲットを判別して車間距離制御ECU7に送信する。走査角制御部11は、固定型レーダの場合はカーブ走行時の走査角等を制御し、スキャン型レーダの場合はスキャン走査角を制御するものである。走査機構2は走査制御部11からの制御信号を受けて所定の角度で順次ビーム

を発射してスキャンを行う。

【0012】FM-CWレーダは、例えば三角波形状の周波数変調された連続の送信波を出力してターゲットである前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダからの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号をミキシングして得られるビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高速フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号はターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるが、このピークに対する周波数をピーク周波数と呼ぶ。ピーク周波数は距離に関する情報を有し、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、前記三角波形状のFM-CW波の上昇時と下降時とではこのピーク周波数は異なる。そして、この上昇時と下降時のピーク周波数から前方の車両との距離及び相対速度が得られる。また、前方の車両が複数存在する場合は各車両に対して一対の上昇時と下降時のピーク周波数が生じる。この上昇時と下降時の一対のピーク周波数を形成することをペアリングという。

【0013】図3は、ターゲットとの相対速度が0である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。送信波は三角波で図3の(a)の実線に示す様に周波数に変化する。送信波の送信中心周波数 f_0 、FM変調幅は Δf 、繰り返し周期は T_m である。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図3の(a)の破線で示す受信波となる。ターゲットとの間の往復時間 T は、ターゲットとの間の距離を r とし、電波の伝播速度を C とすると、 $T = 2r/C$ となる。

【0014】この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ（ビート）を起こす。

【0015】ビート信号の周波数成分 f_b は次の式で表すことができる。なお、 f_r は距離周波数である。

【0016】 $f_b = f_r = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r$
一方、図4はターゲットとの相対速度が v である場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。送信波は図4の(a)の実線に示す様に周波数に変化する。この送信波はターゲットで反射されてアンテナで受信され、図4の(a)の破線で示す受信波となる。この受信波はレーダとターゲット間の距離に応じて、送信信号との周波数のずれ（ビート）を起こす。この場合、ターゲットとの間に相対速度 v を有するのでドップラシフトとなり、ビート周波数成分 f_b は次の式で表すことができる。なお、 f_r は距離周波数、 f_d は速度周波数である。

【0017】 $f_b = f_r \pm f_d = (4 \cdot \Delta f / C \cdot T_m) r \pm (2 \cdot f_0 / C) v$

図5は、FM-CWレーダの構成の例を示したものである。図に示す様に、電圧制御発振器22に変調信号発生器21から変調信号を加えてFM変調し、FM変調波を

送信アンテナATを介して外部に送信すると共に、送信信号の一部を分岐してミキサのような周波数変換器23に加える。一方、先行車両等のターゲットで反射された反射信号を受信アンテナARを介して受信し、周波数変換器23で電圧制御発振器22の出力信号とミキシングしてビート信号を生成する。このビート信号はベースバンドフィルタ24を介してA/D変換器25でA/D変換され、CPU26で高速フーリエ変換等により信号処理がされて距離および相対速度が求められる。

【0018】次に、先行車両が大型車両である場合のビームの発射状況と、信号処理の方法について説明する。

【0019】図6に示すように、自車Aに対して先行車両Bがトラック等の大型車両である場合、先行車両Bからは複数のビームが反射される。例えば、角度 $\theta_a - \theta_g$ でビームを発射すると、トラック等の大型反射ターゲットは受信レベルが大きく、かつ反射面積が大きくなるため、角度 $\theta_a - \theta_g$ で発射されたビームに基づいて生成されたピークの受信レベルは図7に示すようになる。この場合、ターゲットまでの距離はほぼ同じであるため、ピーク周波数はほぼ同じとなる。しかし、図7に示すように大型車両の受信レベルの分布はピークが2つ（ P_c 、 P_f ）現れることがある。通常、受信レベルがピークとなる角度をターゲットの存在する角度としている。しかし、図のようにピークが2つになると、ターゲットが2つであると誤認してしまう恐れがある。

【0020】そこで本発明では、ほぼ同じピーク周波数を有するピークであって、受信レベルが所定値（閾値）以上の反射信号に対して、最大ピーク（ P_c ）から所定の角度範囲 θ_x にあるもう1つのピーク（ P_f ）も1つのターゲットとみなし、ピークとピークの間の中心の角度をターゲットの角度とするものである。例えば図8に示すように、最大ピーク P_c から所定の角度範囲 θ_x にある閾値 P_{th} 以上の別のピーク P_f を含めて1つのターゲットと見なし、ピーク P_c と P_f の中心角度 θ_0 をターゲットの角度とする。

【0021】しかし、ピークの受信レベルの差があまり大きいと、同じターゲットではない可能性があり、あるいは同じターゲットでも最大ピークではない別のピークはターゲットの主要部でない可能性があり、中心角度をとってもターゲットの中心部となる可能性が低くなる。そのため本発明では、最大ピークの受信レベルとの差が所定値以下、即ち、最大ピークとの受信レベルの差が小さいピークのみ1つのターゲットからの反射信号のピークとし、ピーク間の中心角度をターゲットの角度とした。図8で具体的に説明すると、最大ピーク P_c と別のピーク P_f の受信レベルの差が所定の値 ΔP 以下である場合、即ち、

$$P_c - P_f \leq \Delta P$$

の場合のみ、1つのターゲットと見なし、ピークをまとめてその中心角度をターゲットの角度とする。

【0022】一方、最大ピークPcと別のピークPfの受信レベルの差が所定値 ΔP より大きい場合は必ずしも1つのターゲットと見ることはできないので、最大ピークの角度をターゲットの角度とする。

【0023】次に、上記の所定の角度範囲をどのように決定するかを図9を用いて説明する。図9(a)において、Aは自車であり、Bは先行車両である。先行車両Bまでの距離が r で、先行車両の幅が $2a$ であった場合、先行車両の中心から左右にそれぞれ a 離れた位置に対するビームの角度を θ_x とすると、次の式が成り立つ。

$$\tan \theta_x = a/r$$

従って、

$$\theta_x = \tan^{-1} a/r$$

となり、車間距離に応じて角度範囲が変化する。これをグラフにすると(b)のようになる。

【0025】以上はピークが2つの場合を述べたが、ピーク周波数がほぼ同じで受信レベルが所定値以上のピークが3つ以上ある場合、例えば図10に示すように閾値以上のピークがPb、Pd、Peの3つある場合、最も左側のピークPbと最も右側のピークPeの中心の角度をターゲットの角度とする。

【0026】また、図11に示すように、最大ピークPbと別のピークPd及びPfの差が大きく、その差が所定値より大きい場合、即ち、

$$Pb - Pd > \Delta P$$

$$Pb - Pf > \Delta P$$

の場合、Pbの角度 θ_b をターゲットの角度とする。

【0027】なお、最大ピークPbと別のピークPd又はPfのいずれかとの受信レベルの差が所定値以下の場合、最も左側のピークPbと最も右側のピークPd又はPfの角度の中心の角度をターゲットの角度とする。また、ピークが複数あって最大ピークとの受信レベルの差が所定値以下のピークが全部ではないがいくつかあった場合、最大ピーク及び前記いくつかのピークのうち、最も左側と最も右側のピークの角度の中心の角度をターゲットの角度とする。

【0028】次に、直線路において大型車両が隣接レーンを走行している場合の信号処理方法について説明する。

【0029】トラック等の大型車両の場合、距離が異なる複数の箇所からビームが反射されるため、反射信号に基づくビート信号の周波数に差が生じる。特に隣接レーンを走行しているトラック等の大型車両の場合、前方のミラー位置付近からの反射は測定角度が自車線寄りになるため、先行車両と誤認することがあり、車間距離制御等の車両制御に影響を及ぼすことがある。そこで本発明ではこのような場合、大型車両の後部からの反射と前方のミラーの位置付近からの反射の位置関係を利用し、それが隣接レーンを走行している大型車両であることを判定するものである。

【0030】図12は、直線路において大型車両Bが自車Aが走行しているレーンの隣接レーンの前方を走行している場合を示す。この図の場合、自車Aから大型車両Bにビームが発射され、その1つがターゲットである車両Bのミラー付近の点P1から反射され、別の1つが車両Bの後部の点P2から反射されたとする。この場合、P1とP2から反射されたビームに基づくピーク周波数は異なるが、距離は近いのでほとんど同じである。そこで、上昇区間及び下降区間から、それぞれほぼ同じピーク周波数を有するピークを選択し、上昇時及び下降時のそれぞれにおける複数のピークについてペアリングを行う。そして、それぞれの点P1、P2からの距離、相対速度、及びズレの長さを検出する。検出された自車Aの進行方向における点P1とP2の距離をそれぞれ r_1 、 r_2 とし、自車Aに対する点P1とP2の相対速度をそれぞれ v_1 、 v_2 とし、自車Aの進行方向に沿って延長された線Lsに対して点P1とP2から下ろした垂線の長さ(以下、「ズレの長さ」と記す)をそれぞれ l_1 、 l_2 とする。そして、本発明では、

(1) 距離の差($r_1 - r_2$)が所定の範囲内、例えばトラックの長さの範囲内にあり、即ち、

$$r_1 - r_2 \leq \Delta r$$

であり、

(2) 相対速度の差($v_1 - v_2$)が所定の範囲、即ち、

$$v_1 - v_2 \leq \Delta V \quad (\Delta V \neq 0)$$

であり、

(3) 垂線の長さの差($l_1 - l_2$)が所定の範囲、例えばトラックの幅の範囲内にある、即ち、

$$l_1 - l_2 \leq \Delta l$$

である場合、これら2つのピークが同一のターゲットからの反射であると判断する。そして、距離が遠い方の点、例えばP1からの反射信号のピークからの検出データを出力せず、他方のピークのビームの角度をターゲットの位置とする。言い換えれば、距離が最も近い反射点からのピークの角度をターゲットの角度とする。このようにすることによって、制御の対象とするターゲットの位置を特定することができる。

【0031】一方、上記(1) - (3)の条件だけでは、車両Bが隣接レーンを走行している車両か自車レーンを走行している車両か不明である。そこで、

(4) l_1 又は l_2 の値が所定の値(例えば、レーンの幅)より大きい場合、ターゲットは隣接レーンを走行していると判断する。

【0032】ここで、 l_1 、 l_2 及び r_1 、 r_2 の求め方について述べる。車両Bの点P1へのビームb1の自車Aの進行方向Lsに対する角度を θ_1 、点P1までの距離を R_1 、点P2へのビームb2の自車Aの進行方向Lsに対する角度を θ_2 、点P2までの距離を R_2 とすると、

$$\sin \theta 1 = l 1 / R 1, \quad \text{従って、} l 1 = R 1 \sin \theta 1$$

$$\sin \theta 2 = l 2 / R 2, \quad \text{従って、} l 2 = R 2 \sin \theta 2$$

また、

$$\cos \theta 1 = r 1 / R 1, \quad \text{従って、} r 1 = R 1 \cos \theta 1$$

$$\cos \theta 2 = r 2 / R 2, \quad \text{従って、} r 2 = R 2 \cos \theta 2$$

となる。

【0033】図13は、カーブにおいて大型車両Bが自車Aが走行しているレーンの隣接レーンの先方を走行している場合を示す。この図の場合も図12の場合と同様、自車Aから大型車両Bにビームが発射され、その1つがターゲットである車両Bのミラー付近の点P1から反射され、別の1つが車両Bの後部の点P2から反射されたとする。この場合、自車Aの進行方向の延長線Ls方向における点P1とP2の距離をそれぞれr1、r2とし、自車Aに対する点P1とP2の相対速度をそれぞれv1、v2とし、自車Aの進行方向に沿って延長された線Lsに対して点P1とP2から下ろした垂線の長さをそれぞれl1、l2とし、Lsとの交点からカーブに沿って自車が進行する線Lcに至るまで延長した長さをそれぞれx1、x2とする。そして、本発明では図12で示した場合と同様、

(1) 距離の差 (r1 - r2) が所定の範囲内にあり、即ち、

$$r 1 - r 2 \leq \Delta r$$

であり、

(2) 相対速度の差 (v1 - v2) が所定の範囲内にあり、即ち、

$$V 1 - V 2 \leq \Delta V$$

であり、

(3) 垂線の長さ(「ズレの長さ」) (l1 + x1) と (l2 + x2) の差が所定の範囲にある、

即ち、 $|(l 1 + x 1) - (l 2 + x 2)| \leq \Delta L$ である場合、これら2つのピークが同一のターゲットからの反射であると判断する。そして、P2に対してP1がカーブの内側にあれば、P1を削って出力せず、P2のみを出力してP2の角度をターゲットの位置として制御の対象とする。

【0034】一方、上記(1) - (3)の条件だけでは、車両Bが隣接レーンを走行している車両か自車レーンを走行している車両か不明である。そこで、

(4) (l1 + x1) 又は (l2 + x2) の値が所定の値(例えば、レーンの幅)より大きい場合、ターゲットは隣接レーンを走行していると判断する。

【0035】l1、l2及びr1、r2の求め方については先に述べたので、ここではx1、x2の求め方について図14を参照して述べる。道路のカーブの曲率半径をRとし、点P1から進行方向の延長線Lsに下ろした垂線の延長が半径Rの円周線Lcと交差する点Prと自車Aを結ぶ線が線Lsとがなす角をθとすると、自車Aと点Prを結ぶ線の距離はほぼr1に等しいので、次の

式が成り立つ。

【0036】

$$\sin \theta = (r 1 / 2) / R = r 1 / 2 R$$

一方、

$$\sin \theta = x 1 / r 1,$$

$$x 1 = r 1 \sin \theta = r 1 \times r 1 / 2 R = r 1^2 / 2 R$$

$$\approx R 1^2 / 2 R$$

$$(r 1 \approx R 1)$$

同様に、x2も求めることができる。

【0037】図15はトラック等の大型車両が自車の隣接レーンの前方を走行している場合を示した図である。

(a)は直線道路を走行している場合であり、(b)はカーブを走行している場合である。(b)のようにカーブを走行している場合には、トラック等の場合(a)のように直線を走行している場合より、図に示されているようにレーンの内側に寄る傾向がある。そこで、本発明ではターゲットが大型車両等の場合、カーブにおいてはターゲットの位置がレーンの中心に来るように補正している。この補正はターゲットの位置を示す角度θを補正するものとし、自車Aと先行車両Bとの距離が近いほど補正角度θを大きくする。

【0038】図16はどのように補正するかを示した図であり、(a)はターゲットからの反射信号のピークPの角度をΔθだけレーンの中心に補正してP'の位置とすることを示している。また、Δθは先行車両との距離に応じて図16(b)に示すように変化させる。即ち、距離が離れるにつれ補正角度Δθを小さくする。

【0039】【実施例】以下に本発明の実施例について説明する。ターゲットが1つであっても、長さや幅を有するため、複数の異なる箇所からビームが反射されることが多い、特に大型車両の場合にはこの傾向が強くなる。図17は自車Aから前方の車両Bにビームを発射し、車両Bの異なる箇所Pa、Pb、Pcでビームが反射された場合を示している。このような場合、ターゲットの代表値、即ち、この車両までの距離、相対速度、車両の幅、車両の中心点である横位置等を決める必要がある。

【0040】本発明によれば、以下のように代表値を決めている。図17に示されているように、同一のターゲットの異なる箇所Pa、Pb、Pcから反射されたビーム、即ちレーダ信号に基づいて生成されたピークを信号処理する。そして、これら複数のピークから得られた複数の信号からそれぞれ自車からの距離、相対速度、ターゲットの横位置、ターゲットの幅等の値を求め、求めた複数の値から代表値を求める。

【0041】より具体的には以下のように代表値を求める。自車からの距離に関しては、複数のレーダ信号から得られた複数の距離のうち、最小の距離を代表値として採用する。図17で言えば、 P_a との距離を代表値として採用する。車間距離制御を行う場合には前方車両との間隔が重要であり、最小の距離を代表値として採用することによって、正確な車間距離制御を行うことができる。

【0042】また、相対速度に関しては、複数のレーダ信号から得られた複数の相対速度の平均値を代表値として採用する。本来同一のターゲットから得られた相対速度は同じであるが、各相対速度には多少の誤差があるので、平均値をとることによってあまり誤差のない値とすることができる。

【0043】また、ターゲットの横幅、及び横位置、即ち、中心位置については以下のように代表値を求めて採用する。図18は、図17の車両B部分の拡大図である。ターゲットの横幅の代表値は以下のように求める。まず、左端 P_b と右端 P_c からのピークの角度を求める。言い換えれば、 P_a 、 P_b 、 P_c から反射されたビームによってそれぞれピークができるが、これらのピークのうち両端に位置するピークの角度を求め、この角度から幅 W_{bc} を求める。即ち、両端のピークの間隔からターゲットの幅を求め、これを代表値として採用する。また、ターゲットの横位置、即ち、中心位置については、前記両端のピークの間隔 W_{bc} の中間点 P_{bc} の角度を前方車両の幅方向の中心位置である横位置とする。

【0044】しかし、上記のように代表値を求めた場合、必ずしも正確な値が得られないことがある。本発明ではさらに正確に代表値を求めるため、以下のような方法を採用した。図19はそのような場合を説明するための図である。図19も、図17の車両B部分の拡大図である。前方車両Bの中心角度、即ち幅方向の中心点を求める場合、前述の方法では、左端 P_b と右端 P_c の幅 W_{bc} をターゲットの幅とし、その中間点 P_{bc} の角度を前方車両の幅方向の中心点としていた。しかし、図19からわかるように、より正確には、 P_b と P_a の幅 W_{ab} がターゲットの幅であり、幅 W_{ab} の中間点 P_{ab} が前方車両Bの幅方向の中心点である。そこで本発明ではより正確な値を得るため、複数のピークが同一ターゲットからのピークであると判断された場合、最も近い反射箇所及び該箇所から所定の範囲内の箇所から反射されたビーム、即ちレーダ信号から生成されたピークを用いて代表値を決定するようにした。

【0045】図19において、ビームの反射箇所が P_a 、 P_b 、 P_c の3箇所あるとすると、最も近い反射箇所 P_a 及び該箇所から所定の範囲内の箇所 P_b から反射されたビームから生成されたピークを用いて代表値を決定するようにした。ここで、所定の範囲内とは、点線 d_1 で示すように、最も近い反射箇所 P_a から所定の距離

であり、この距離は、検出対象車両の、想定される最大横幅以下とするのが良く、例えば P_a から5mとすることができる。また、所定の範囲として最も近い反射箇所 P_a から最も遠い反射箇所 P_c までの間隔 Δr_p 内にある箇所から反射されたビームの内、最も近い反射箇所 P_a から所定の割合の範囲、例えば40%の範囲の箇所から反射されたビームにより生成されたピークを用いて代表値を決定する。

【0046】上記のようにして代表値を決定した場合、ターゲットである前方車両Bの横幅は、反射箇所 P_a と P_b から得られるピークの間隔 W_{ab} となり、このターゲットの横位置、即ち、中心位置は反射箇所 P_a と P_b から得られるピークの中間点 P_{ab} となる。また、自車と反射箇所 P_a と P_b から得られるピークの中間位置 R_{ab} との距離が、自車との距離として得ることもできる。上記のようにターゲットの横幅及び横位置の代表値を求めることによって、より正確な値を得ることができる。

【0047】なお、上記実施例においては、ビームの反射点が3箇所の場合を示したが、4ヶ所あるいは5箇所から反射される場合も同様に代表値を決定することができる。その場合、代表値決定に用いるピークの数 P_a 、 P_b の2つではなく、3又はそれ以上となることもある。

【0048】次に、本発明に用いるペアリングの方法を説明する。

【0049】FM-CW方式レーダは三角波状の周波数変調された連続の送信波を出力してターゲットである前方の車両との距離を求めている。即ち、レーダからの送信波が前方の車両で反射され、反射波の受信信号と送信信号とのビート信号（レーダ信号）を得る。このビート信号を高速フーリエ変換して周波数分析を行う。周波数分析されたビート信号はターゲットに対してパワーが大きくなるピークが生じるが、このピークに対応する周波数をピーク周波数と呼ぶ。ピーク周波数は距離に関する情報を有し、前方車両との相対速度によるドップラ効果のために、前記三角波形状のFM-CW波の上昇時と下降時とではこのピーク周波数は異なる。そして、この上昇時と下降時のピーク周波数から前方の車両との距離及び相対速度が得られる。また、前方の車両が複数存在する場合は各車両に対して一対の上昇時と下降時のピーク周波数が生じる。この上昇時と下降時の一対のピーク周波数を形成することをペアリングという。

【0050】トラックのような大型車両からは複数のビームが反射され、同じ車両であっても反射点までの距離は図12、図13に示すように異なっている。そのため、同じ反射点から反射されたビームに基づいて上昇区間及び下降区間の信号をペアリングし、各反射点毎に距離と相対速度を検出しなければならない。そこで、本発明ではどのようにペアリングを行うかを図20を参照して説明する。図20は、横軸がターゲットから反射した

信号のピークの角度を、縦軸がピーク周波数をそれぞれ表したグラフである。

(1) まず、同一のターゲットから反射されたビームに基づいて生成された信号のうち、上昇区間及び下降区間において受信レベルが最大の信号(P_{\max})を取り出してペアリングする。即ち、図20(a)に示す上昇区間における信号のうち最大レベルの信号 $P_{u-\max}$ 、及び図20(b)に示すように下降区間における最大レベルの信号 $P_{d-\max}$ を取り出す。そして、 $P_{u-\max}$ と $P_{d-\max}$ をペアリングする。

(2) 次に、 P_{\max} からの角度と周波数の差がほぼ同じ位置にあるピーク信号を、上昇区間と下降区間からそれぞれ取り出す。例えば、上昇区間における $P_{u-\max}$ からピーク P_c へのベクトルを α とし、下降区間における $P_{d-\max}$ からピーク P_f へのベクトルを a とすると、 $\alpha \approx a$ であれば P_c と P_f は同じ点から反射されたビームに基づく信号としてペアリングを行う。

(3) P_d と P_g については、 $\beta \approx b$ であれば P_d と P_g は同じ点から反射されたビームに基づく信号としてペアリングを行う。

(4) P_e と P_h についても、 $\gamma \approx c$ であるので、この方法によるペアリングは行わず、通常のペアリング処理を行う。

【0051】次に、図20で説明したペアリング処理において、より正確にペアリング処理する方法について、図21のグラフ及び図22のフローチャートを参照して説明する。

【0052】図21において、横軸は角度であり、縦軸は周波数である。そして、(a)に示す上昇区間における信号のうち最大レベルの信号 $P_{u-\max}$ 、及び(b)に示す下降区間における最大レベルの信号 $P_{d-\max}$ を取り出してペアリングする。

【0053】図21において、 $P_{u-\max}$ 及び $P_{d-\max}$ に基づいて範囲R1とR1より広い範囲R2を規定し、まず上昇区間における範囲R1にピークが存在するかどうかを検索し、ピークが存在すればそのピークの周波数 f_{up1} と角度 θ_{up1} を求め(S1)、これを図21(a)に示すように P_c としてプロットする。

【0054】なお、範囲R1とR2は適宜規定する。

【0055】次に下降区間の範囲R1に、 P_c とほぼ同じ角度を持ったピークが存在するかどうか判断し(S2)、存在すれば(Yes)そのピーク P_f の周波数 f_{dw1} を求める。そして f_{up1} と f_{dw1} の差が次の範囲にあるかどうか判断する(S3)。

【0056】 $\Delta F - x \leq |f_{up1} - f_{dw1}| \leq \Delta F + x$
上式で ΔF は $P_{u-\max}$ と $P_{d-\max}$ の周波数の差であり、 x はあらかじめ設定した値である。この式は、 f_{up1} と f_{dw1} の差が $P_{u-\max}$ と $P_{d-\max}$ の周波数の差より大きくてよいことを意味している。即ち、範囲R1に存在するピークの場合には、 f_{up1} と f_{dw1} との差を ΔF よりも多少広く取

っても正確なペアリングをすることができるためであり、上記式において x の値は正確なペアリングができる範囲で適宜設定する。

【0057】そして、上記式で示した条件が成立すれば(Yes)、 P_c と P_f をペアリングする(S4)。

【0058】次に、S2又はS3でNoの場合、上昇区間の範囲R2に範囲R1で検索されたピーク以外のピークが存在するかどうか検索し、存在すれば周波数 f_{up2} と角度 θ_{up2} を求め(S5)、これを図21(a)に示すように P_d としてプロットする。

【0059】次に、下降区間の範囲R2に P_d とほぼ同じ角度を持ったピークが存在するかどうか判断し(S6)、存在すれば(Yes)そのピーク P_g の周波数 f_{dw2} を求める。そして f_{up2} と f_{dw2} の差が次の範囲にあるかどうか判断する(S7)。

【0060】 $\Delta F - y \leq |f_{up2} - f_{dw2}| \leq \Delta F + y$
 y は x と同様にあらかじめ設定した値である。しかし、この場合は範囲R1より広い範囲R2に存在するピークを組み合わせるペアリングするので、範囲R1におけるピークを組み合わせる場合より条件を厳しくし、 $y < x$ とする。このようにすることにより広い範囲R2に存在するピークを組み合わせる場合でも、誤まったペアリングを避けることができる。

【0061】そして、上記式で示した条件が成立すれば(Yes) P_d と P_g をペアリングする(S8)。

【0062】なお、S6又はS7でNoの場合にはペアリングを行わずに終了する。

【0063】以上の実施例の説明では大型車両がターゲットである場合について説明したが、受信レベルに複数のピークが現れるのは必ずしも大型車両に限られるものではない。また、同一ターゲットの距離が異なる複数の箇所からビームが反射されるのも必ずしも大型とは限らない。従って、本発明においてターゲットは大型車両に限定されるものではない。

【0064】次に、本発明の方法をフローチャートによって説明する。

【0065】図23、図24は、上記本発明の実施例を含むフローチャートの例である。図のフローチャートにおいて、各ステップにおける制御及び判定は図1の信号処理回路3により行われる。

【0066】まず、S1においてほぼ同じ周波数を持ったピークのグループ化を行う。自車からの距離が同じターゲットの場合、ピーク周波数はほぼ同じとなる。例えば、大型車両の場合、距離が異なる複数の箇所からビームが反射され複数のピークが発生する。そのため、ほぼ同じピーク周波数を有したピークのグループ化を行う。

【0067】次に、S2において上記グループ化したピークの受信レベルが所定の値(閾値)以上であるかどうか判定する。これは大型車両の場合、検出されたピークのレベルは高くなるのでこのような判断をしている。S

2においてYesであれば、上記ほぼ同一の周波数を持ったピークの検出角度が所定の範囲内にあるかどうか判定する(S3)。これは例えば、グループ化されたピークの両端のピーク間の検出角度の範囲が所定の範囲であるかどうかで判定する。S3でYesであれば、S4に進み、これらピークの受信レベルの差が所定の値(閾値)以内であるかどうか判定する。これは受信レベルの差があまりないピークをまとめるためである。S4でYesであれば、再グループ化処理を行う。即ち、同一ターゲットのピークとしてまとめる(S5)。

【0068】次に、再グループ化処理されまとめられたピークの受信レベルの差が小さいかどうか判定する(S6)。この場合、受信レベルの差はS4で設定した差より小さい値とする。ピークの受信レベルの差が小さく、ほぼ同じレベルであれば(Yes)、同一のターゲット、例えば大型トラックやバスの後部から複数のビームが同じ強度で反射されていると考えられるので、再グループ化処理されたピークの内、最も左側のピークの角度と最も右側のピークの角度の中心の角度をターゲットの角度とする(S7)。一方、再グループ処理されまとめられたピークの受信レベルの差が大きい場合、例えば大きなピークが1本あり、その両側に小さなピークが存在するような場合、大きなピークである最大ピークの角度をターゲットの角度とする(S8)。

【0069】一方、S2、S3、S4においてNoの場合、即ち、受信レベルが所定の値以上でなく、ほぼ同じピーク周波数を持ったピークの検出角度がある範囲内になく、又は受信レベルの差が所定の値以内でない場合、これらのピークは異なるターゲットからのピーク、あるいは同じターゲットからであっても距離の異なる部分、例えば前方ミラー部分と後部尾灯付近からのピークである可能性がある。そのため、これらのピークは再グループ処理せずS9に進む。

【0070】次にS9において、再グループ化された複数のピーク、又はS1においてグループ化された複数のピークについて、上昇時と下降時のピーク周波数をベアリングし、S10において複数のビームを反射したターゲットの各部分までの距離、相対速度、検出角度、及び自車が走行しているレーンから横方向へのズレの長さをそれぞれ求める。ベアリングは例えば、先に図20-22を参照して説明したように行う。また、上記ズレの長さは先に図12-14を参照して説明したようにして求める。そして、S11において、ターゲットのデータの連続性を保つために過去のデータの引継ぎ処理を行う。

【0071】次にS12において、各部について求めた距離、相対速度、及び自車が走行しているレーンから横方向へのズレの長さの差が所定の値(閾値： Δr 、 Δv 、 Δl)以下であるかどうかを判定する。S12において各ピークに基づいて求めたターゲットの各部の距離、相対速度、角度、及びレーンから横方向へのズレの

差が所定の値の範囲内にあれば(Yes)、これらのピークは同じターゲットのピークであると考えられるので、大型車両であるとの判定カウントを行う。即ち、+1をカウントする(S13)。このカウントは各フロー毎に行われる。そして、S14において上記大型車両判定カウント数が所定値以上であるかどうか判定される。これは、S12において大型車両と判定される要件を、大型車両でないにもかかわらず、例えば並行して前方を走行している2台の車両からの複数のピークがたまたま上記要件を満たしている場合が考えられ、1回の判定で必ずしも大型車両とは判定できないためである。S14でカウント数が所定値以上である場合(Yes)、大型車両であると判定される(S15)。しかし、カウント値が所定値以上になっていない場合(No)フローは終了し、次のフローに進む。

【0072】次に、大型車両と判定された複数のピークのうち、車両の前部等の距離が遠い部分、例えばミラー位置付近から反射されたビームに基づくピークから求めた距離や相対速度の出力は除く(S16)。言い換えれば、距離の最も近い反射点からのピークの角度をターゲットの角度とする。そして、車両の後部から反射されたビームに基づくピークから求めたターゲットの位置を制御対象位置とする。しかし、ターゲットの位置が隣接レーンであると判断された場合、この大型車両の検出角度を、図16に示すように外側に来るように補正し(S17)、フローを終了する。なお、ターゲットが隣接レーンのものかどうかは、先に図12-14を参照して説明した方法によって判定できる。

【0073】一方、S12においてNoの場合、即ち、各ピークに基づいて求めたターゲットの各部の距離、相対速度、角度、及びレーンから横方向へのズレの差が所定の値の範囲内になく、それぞれの距離や相対速度等の差が所定の値を超えていた場合、S18に進む。そして、前記所定の範囲(閾値)を広げて別の閾値($\Delta r'$ 、 $\Delta v'$ 、 $\Delta l'$)で再度判定を行う。S18において判定の結果、再度要件を満たさない場合(No)、大型車両判定カウンタを-1とする(S19)。次に大型車両判定カウンタが0かどうか判定し(S20)、Yesであれば大型車両判定を解除する(S21)。なお、S18において要件を満たす場合(Yes)、及びS20においてカウンタが0でない場合(No)は、大型車両判定を解除せずにこの回のフローを終了する。

【0074】図25は、先に実施例として図17、18を参照して説明した本発明方法を示すフローチャートの例である。図25のフローチャートは、図24のフローチャートのステップS13-S17をステップS30-S34に置き換えたものである。

【0075】図25のS30において、複数のピークが同じターゲットからのピークであると判定された場合、即ち、図24のフローチャートのS12においてYes

と判断された場合、本発明によればこれら複数のピークのそれぞれから得られた距離のうち最小の距離を代表値として採用する（S31）。次に、複数のピークのそれぞれから得られた相対速度の平均値を求め、これを代表値として採用する（S32）。また、ターゲットの幅に関しては、複数のピークの内両端に現れたピークの角度を求め、その角度からターゲットの両端の間隔を求めて代表値として採用する（S33）。さらに、両端のピークの角度から中間点の角度を求め、横位置の代表値として採用する（S34）。

【0076】図26は、先に実施例として図19を参照して説明した本発明方法を示すフローチャートの例である。図26のフローチャートは、図25のフローチャートのステップS33、S34の変形である。

【0077】図26のS30、S31、S32は図25と同じであり、最小の距離と相対速度の平均値を代表値として採用している。一方、S40において、複数のピークのうち、最も近い反射箇所及び該箇所から所定の範囲内の箇所から反射されたビームによるピークのみを選択する（S40）。そして、選択されたピークのうち、両端に現れたピークの角度を求め、その角度からターゲットの両端の間隔を求めて代表値として採用する（S41）。次に、S41で求めた間隔の中間点をターゲットの横位置、即ち、ターゲットの中心の代表値として採用する（S42）。

【0078】

【発明の効果】本発明によれば、反射信号によるピークが複数発生した場合でも、ターゲットのほぼ中心位置を特定することができる。また、同一のターゲットの距離の異なる箇所から複数のビームが反射されたとしても、同一のターゲットであるかどうか識別できるので、ターゲットの数を誤認することなく車両制御することができる。また、そのターゲットが自車レーンを走行しているか、または隣接レーンを走行しているかが識別できる。

【0079】また、同一ターゲットから反射されるビームによるピークが複数ある場合でも、これらのピークから距離、相対速度、横幅、横位置の代表値を決定し、的確な制御を行うことができる。

【0080】さらに、同一のターゲットの距離の異なる箇所から反射したビームによる信号をベアリングする場合、効率よく正確に行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の方法に用いる車間距離制御装置の構成の概要を示した図である。

【図2】図1の信号処理回路3の構成を示したものである。

【図3】ターゲットとの相対速度が0の場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

【図4】ターゲットとの相対速度が v の場合のFM-CWレーダの原理を説明するための図である。

【図5】FM-CWレーダの構成の例を示した図である。

【図6】先行車両が大型車両である場合のビームの発射状況を示した図である。

【図7】大型車両から反射されたビームによるピークのレベルを示したものである。

【図8】大型車両から反射されたビームによるピークを特定の角度範囲でまとめる場合の例を示した図である。

【図9】特定の角度範囲をどのように決定するかを説明するための図である。

【図10】ピークが3つ以上ある場合にターゲットの角度をどのように決めるかを説明するための図である。

【図11】最大ピークと別のピークの差が大きい場合にターゲットの角度をどのように決めるかを説明するための図である。

【図12】直線路において大型車両が隣接レーンを走行している場合を示す。

【図13】カーブにおいて大型車両が隣接レーンを走行している場合を示す。

【図14】カーブにおいて隣接レーンを走行する車両が自車線のセンターラインから横方向にどの程度ズレているか計算するための図である。

【図15】大型車両が隣接レーンの前方を走行している場合を示した図である。

【図16】隣接レーンを走行する車両の位置をどのように補正するかを示した図である。

【図17】自車Aから前方の車両Bにビームを発射し、車両Bの異なる箇所からビームが反射された場合を示した図である。

【図18】本発明を説明するために示した、図17の車両B部分の拡大図である。

【図19】本発明を説明するために示した、図17の車両B部分の拡大図である。

【図20】本発明に用いるベアリングの方法を説明するための図である。

【図21】本発明に用いるベアリングの方法を説明するための図である。

【図22】本発明に用いるベアリングの方法を示すフローチャートである。

【図23】本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図24】本発明の実施例を示すフローチャートである。

【図25】本発明による代表値決定の方法を示すフローチャートである。

【図26】本発明による代表値決定の方法を示すフローチャートである。

【符号の説明】

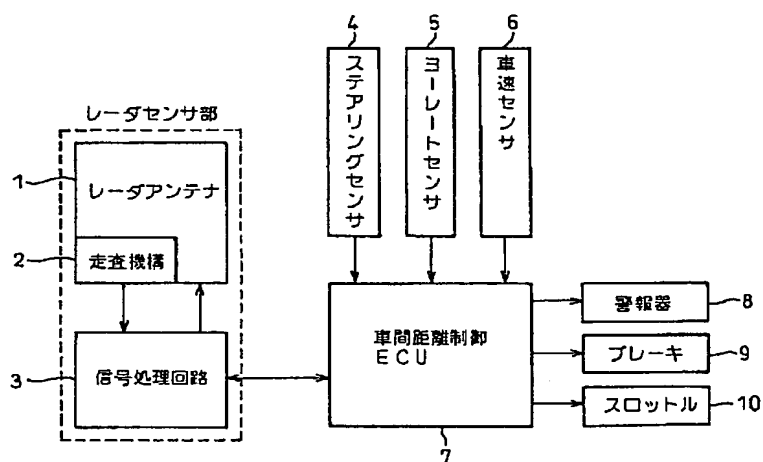
1…レーダアンテナ

2…走査機構

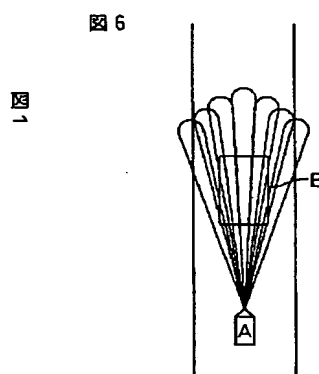
- 3…信号処理回路
- 4…ステアリングセンサ
- 5…ヨーレートセンサ
- 6…車速センサ
- 7…車間距離制御ECU
- 8…警報機
- 9…ブレーキ
- 10…スロットル
- 11…走査角制御部
- 12…レーダ信号処理部

- 13…制御対象認識部
- 21…変調信号発生器
- 22…電圧制御発振器
- 23…周波数変換器
- 24…ベースバンドフィルタ
- 25…A/D変換器
- 26…CPU
- A…自車
- B…先行車両

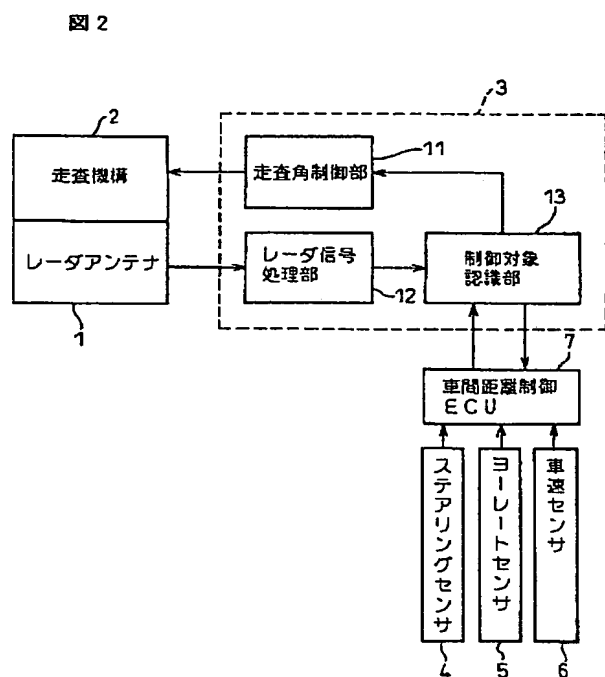
【図1】



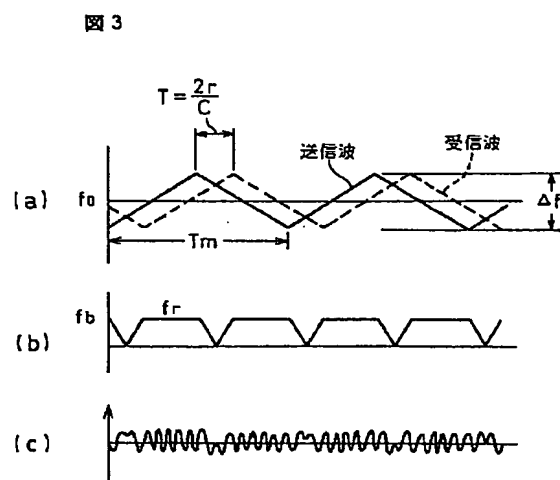
【図6】



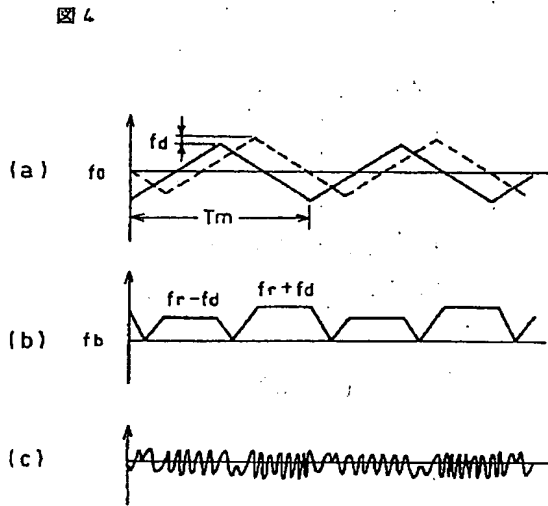
【図2】



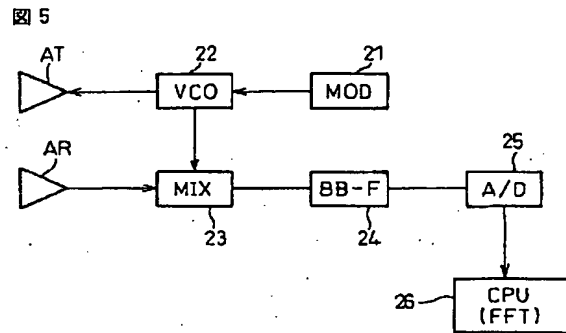
【図3】



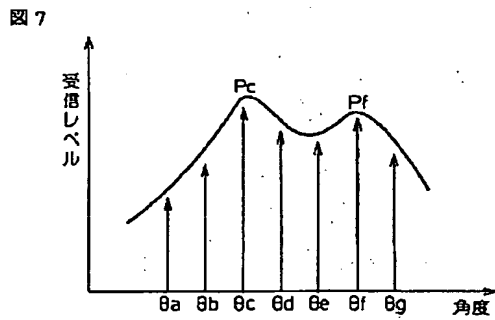
【図4】



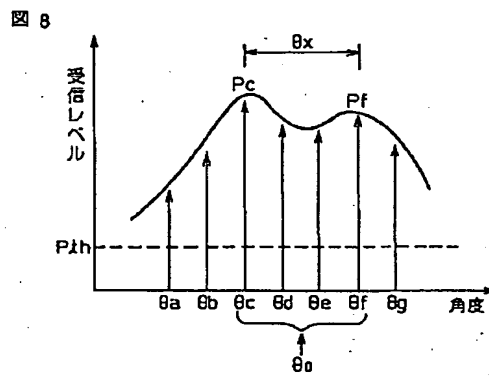
【図5】



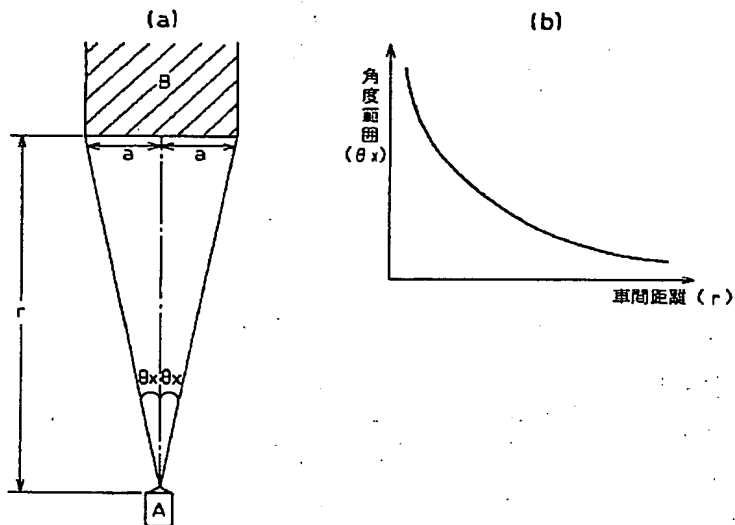
【図7】



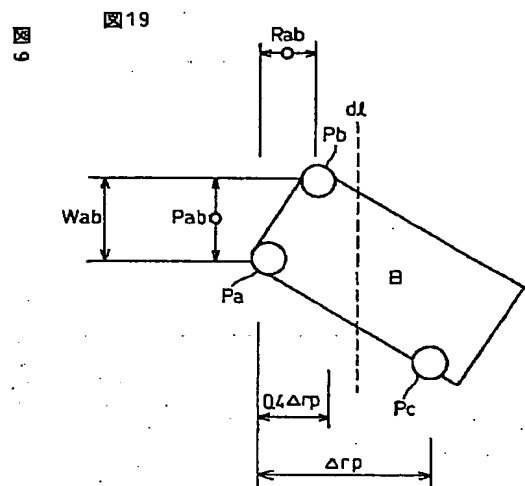
【図8】



【図9】

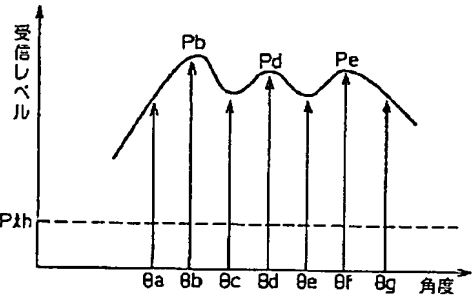


【図19】



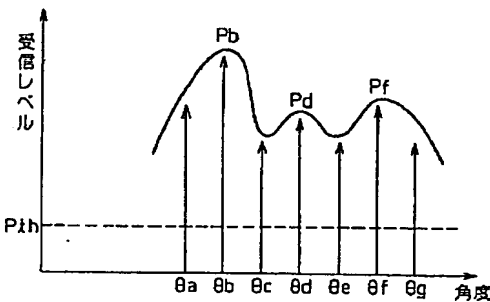
【図10】

図10



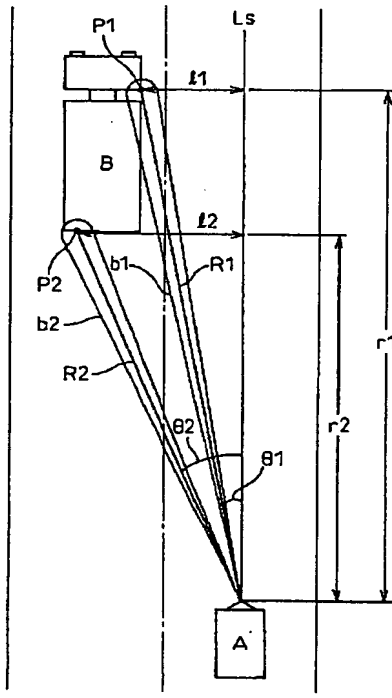
【図11】

図11



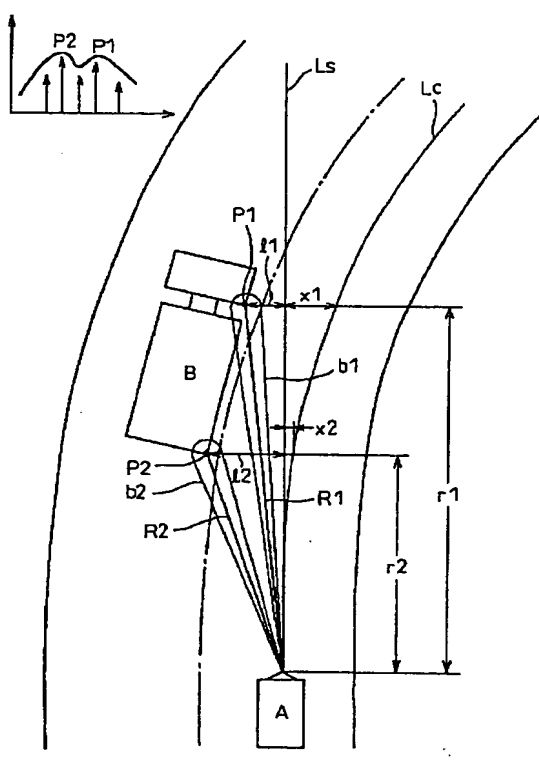
【図12】

図12



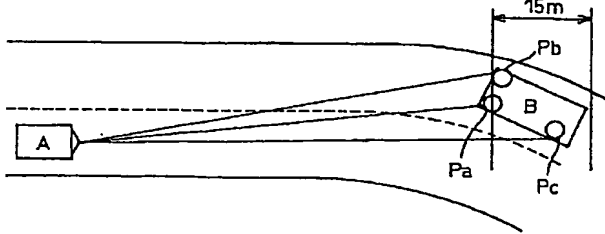
【図13】

図13



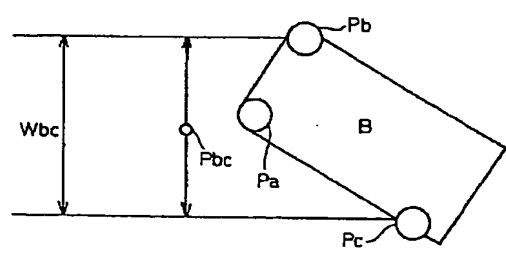
【図17】

図17



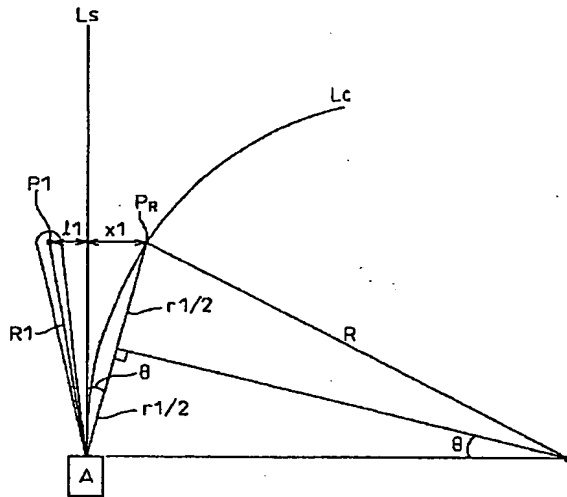
【図18】

図18



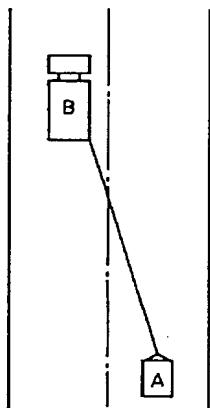
【図14】

図14

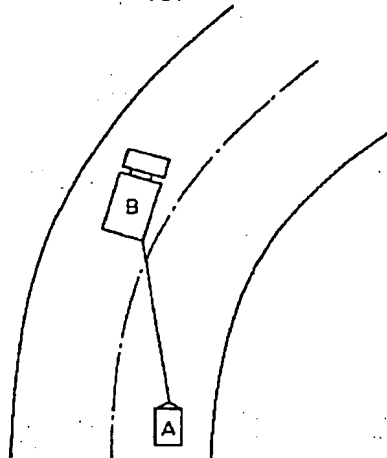


【図15】

(a)

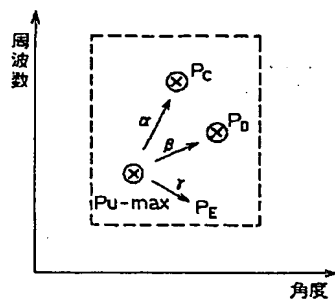


(b)

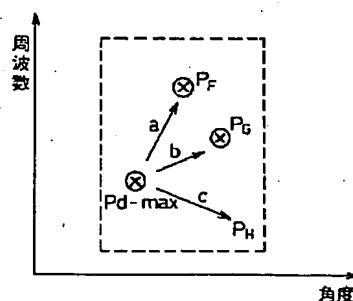


【図20】

(a) 上昇区間

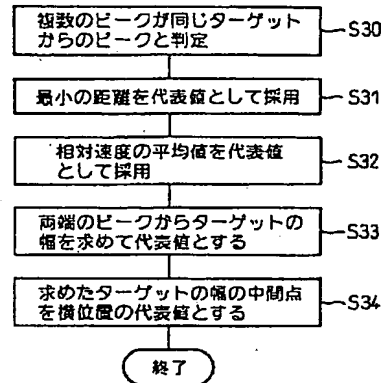


(b) 下降区間



【図25】

図25



【図26】

図26

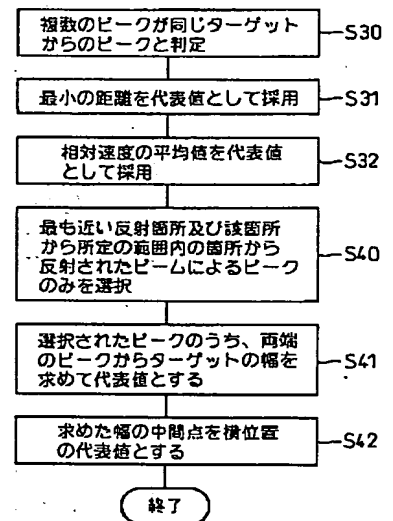


図15

図20

【図16】

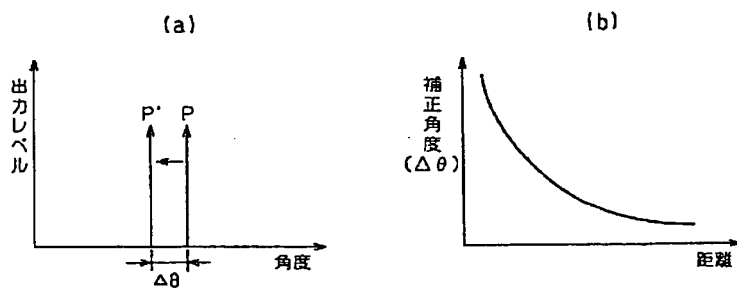


図16

【図21】

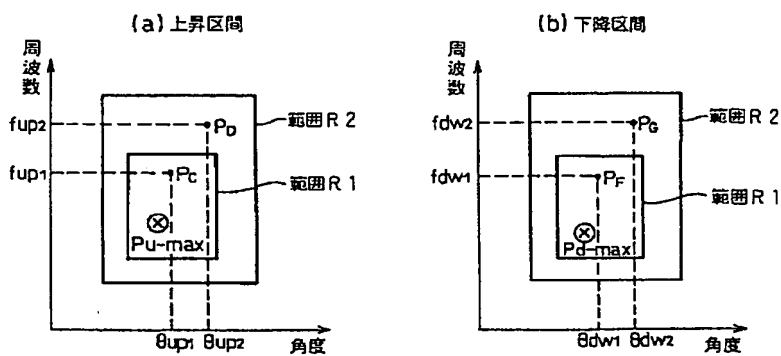


図21

【図22】

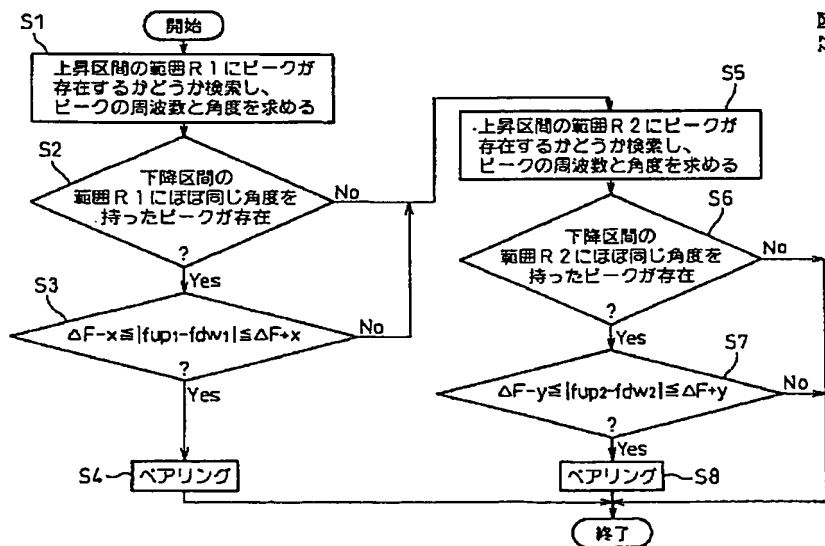
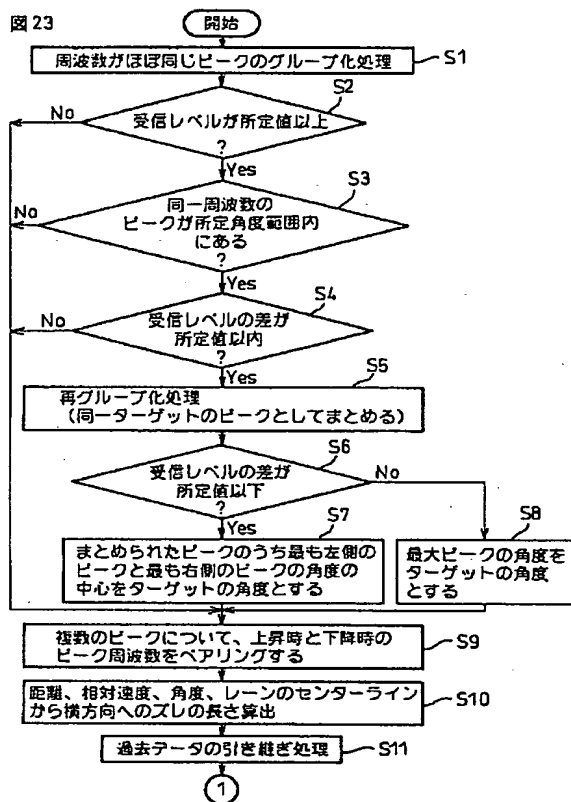
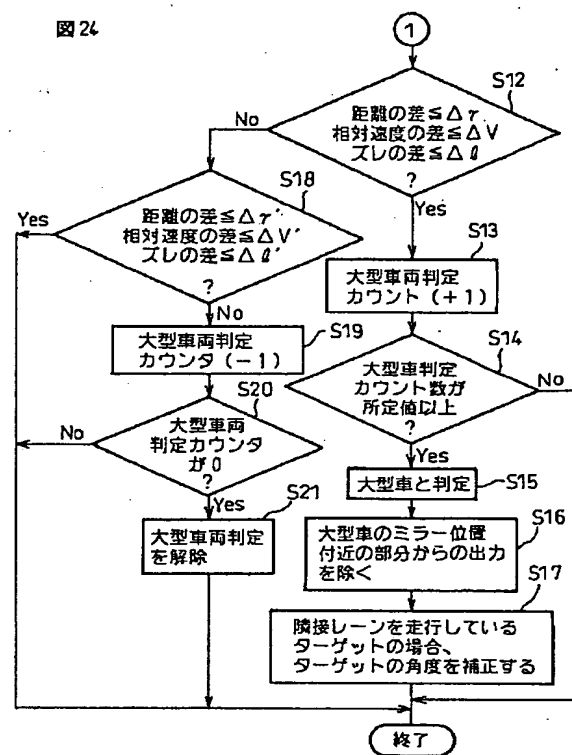


図22

【図 23】



【図 24】



フロントページの続き

(72)発明者 小野 大作

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

富士通テン株式会社内

(72)発明者 岸田 正幸

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

富士通テン株式会社内

(72)発明者 品川 登起雄

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

富士通テン株式会社内

(72)発明者 関口 泰弘

兵庫県神戸市兵庫区御所通 1 丁目 2 番 28 号

富士通テン株式会社内

F ターム(参考) 5J070 AB17 AC01 AC02 AC06 AC11

AE01 AF03 AH35 AK22 BF20

THIS PAGE BLANK (USPTO)

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)